



Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº de proyecto: 126

Título del proyecto: Desarrollo de una aplicación (App) para
plataformas móviles para mejorar la enseñanza/aprendizaje de
sistemas de numeración y operaciones elementales en la formación de
maestros

Nombre del responsable del proyecto: Mercedes Hidalgo Herrero

Centro: Facultad de Educación – Centro de Formación del Profesorado

Departamento: Didáctica de las Matemáticas

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El principal objetivo que planteaba el proyecto era mejorar la formación matemático-didáctica de los Estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria en lo referente a los sistemas de numeración y las cuatro operaciones básicas. Este objetivo se desglosó en los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las dificultades de los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria a la hora de plantear procesos de aprendizaje para nuestro sistema de numeración posicional decimal y de algoritmos para las cuatro operaciones básicas.
- Emplear dos sistemas de numeración, uno oral y otro escrito, de características similares al nuestro que permitan a los alumnos tomar conciencia de las dificultades de su aprendizaje.
- Implementar varios algoritmos para cada una de las cuatro operaciones básicas de modo que los futuros maestros dispongan de un amplio abanico de los mismos en su futura labor docente.
- Desarrollar una App que:
 - Facilite a los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria el estudio de la complejidad de nuestro sistema de numeración y de su enseñanza-aprendizaje.
 - Facilite a los futuros maestros el diseño de secuencias de aprendizaje del sistema de numeración posicional decimal.
 - Facilite a los alumnos de la asignatura Matemáticas y su Didáctica I el conocimiento de la fundamentación matemática de algoritmos de las cuatro operaciones básicas.
 - Facilite a los futuros docentes el diseño de secuencias de aprendizaje de algoritmos de las operaciones elementales.
 - Experimentar la utilización de la App y estudiar las mejoras en el aprendizaje matemático-didáctico de los sistemas de numeración y de los algoritmos de las operaciones básicas que en los futuros docentes se consiguen.

2. Objetivos alcanzados

La ejecución del proyecto PICMD 126 correspondiente a la convocatoria 2015 ha permitido satisfacer los objetivos fijados. Dicha consecución se ha concretado tanto en el nivel técnico, pues ha sido desarrollada la App para utilización por parte de los alumnos, como en el nivel didáctico, ya que los alumnos han mejorado la comprensión de los aspectos matemático-didácticos relativos tanto a nuestro sistema de numeración escrito como al oral así como los relacionados con las cuatro operaciones aritméticas básicas.

El desarrollo del proyecto ha permitido observar cuáles son las dificultades de los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria a la hora de tratar matemáticamente con nuestro sistema de numeración posicional decimal como objeto matemático en sí mismo y en cuanto a su utilización en las cuatro operaciones básicas. Además, se han podido detectar las dificultades a la hora de plantear procesos de aprendizaje para dicho sistema y para las cuatro operaciones básicas realizadas con el mencionado sistema escrito.

Ello ha sido conseguido gracias a la utilización de sendos sistemas de numeración, uno oral y otro escrito, de características similares a los nuestros y a la implementación de los algoritmos de las cuatro operaciones básicas con el sistema escrito, de modo que se ha conseguido que los alumnos experimentaran y analizaran las dificultades que el aprendizaje de cada sistema y cada algoritmo conlleva, tomando conciencia de las mismas. Por otra parte, no se ha empleado un único algoritmo por operación, sino que de cada una de ellas se han considerado varios algoritmos definitivos, con lo que los futuros maestros tienen a su disposición un amplio abanico de los mismos de cara a su futura labor docente.

Los estudiantes han podido experimentar las dificultades mencionadas gracias a la utilización de la App desarrollada, que implementa actividades de aprendizaje de los sistemas de numeración oral y escrito elaborados y diferentes algoritmos para las cuatro operaciones básicas. Así, los estudiantes han podido estudiar la complejidad de nuestros sistemas de numeración, oral y escrito, y analizar la fundamentación teórica de diferentes algoritmos para realizar las cuatro operaciones básicas, detectando las dificultades que entraña la enseñanza-aprendizaje tanto de los sistemas como de los algoritmos. Además, gracias a la experimentación con la App, los estudiantes han visto facilitada la tarea de diseñar secuencias de aprendizaje del sistema de numeración decimal y de cada una de las operaciones aritméticas básicas.

La experimentación de la App con los estudiantes de la asignatura Matemáticas y su Didáctica I del Grado en Maestro en Educación Primaria junto con los informes solicitados a los alumnos han permitido constatar las mejoras en el aprendizaje matemático-didáctico de los sistemas de numeración y de algoritmos de las operaciones aritméticas básicas que los futuros docentes han conseguido.

3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología empleada en el proyecto ha conjugado la ingeniería del software con la investigación didáctica.

El análisis de requisitos ha sido realizado en tres fases. La primera ha abordado el estudio de las dificultades que los futuros maestros encuentran al enfrentarse a la tarea de diseñar secuencias didácticas para trabajar nuestro sistema de numeración y, principalmente, las operaciones aritméticas básicas. Dicho estudio se ha llevado a cabo analizando la planificación de secuencias de aprendizaje que han realizado estudiantes de la asignatura Matemáticas y su Didáctica I del Grado de Maestro en Educación Primaria. La segunda de las fases ha consistido en la selección de los algoritmos a implementar para cada una de las cuatro operaciones aritméticas básicas. Finalmente, la tercera ha sido la elaboración de secuencias de aprendizaje de ambos sistemas y la secuenciación de niveles de aprendizaje de las operaciones aritméticas básicas que han sido implementados en la App.

Finalizado el análisis de requisitos, los mismos han sido especificados mediante la interacción entre los dos subequipos del proyecto, a saber, el didáctico y el informático.

La siguiente fase metodológica ha consistido en la elaboración de la arquitectura de software, es decir, en el diseño de la aplicación teniendo en cuenta los resultados del análisis de requisitos y la especificación de los mismos. Al ser una extensión de la App

ya elaborada en el marco del PIMCD 160 de la convocatoria 2014, ha sido necesario realizar el análisis de integración de los nuevos requisitos junto con la arquitectura software ya existente. El proceso de desarrollo de la App ha finalizado con la fase de programación de las nuevas funcionalidades de la misma.

Una vez implementadas las actividades en la App, ésta ha sido sometida a sucesivas pruebas con objeto de comprobar que verificaba las especificaciones de las etapas anteriores. Comprobado este punto, se ha procedido a la experimentación y explotación con alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria.

Finalmente, se ha llevado a cabo el análisis de los resultados de la experimentación con objeto de catalogar las mejoras de aprendizaje conseguidas mediante la utilización de la App. Así mismo, se han estudiado diversas extensiones de la misma que permitirán mejorar la calidad del sistema de aprendizaje. Las extensiones y modificaciones de mejora serán implementadas en futuras versiones de la App.

4. Recursos humanos

El proyecto comporta dos grandes tareas imbricadas y a la vez diferenciadas: el estudio didáctico y la creación de la App. Este hecho justifica la composición del equipo del proyecto, formado por dos subequipos con interacción continua. De una parte, el equipo didáctico ha estado conformado por dos profesores expertos en Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Educación, y que han sido los encargados del estudio y diseño didáctico de la App, es decir, ha establecido los requisitos que debía satisfacer la App y las partes que debían formar parte de la misma, todo ello teniendo en cuenta el objetivo principal: la formación de maestros en la enseñanza de nuestros sistemas de numeración oral y escrito y de las cuatro operaciones aritméticas básicas. De otra parte, el equipo informático ha estado constituido por cuatro profesores del Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Facultad de Informática con amplios conocimientos sobre el desarrollo de sistemas informáticos educativos y que han llevado a cabo la implementación de la ampliación de la App atendiendo a la especificación de requisitos que les ha sido entregada por parte del equipo didáctico.

5. Desarrollo de las actividades

Dos de las principales cuestiones que los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria, y por tanto futuros docentes, tendrán que abordar en su práctica profesional asociada con el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas será el diseño y desarrollo de secuencias de aprendizaje de nuestro sistema de numeración posicional decimal y de cada una de las operaciones elementales, a saber, suma, resta, multiplicación y división.

Durante casi toda su experiencia vital han utilizado dicho sistema. Sin embargo, el estudio de la evolución histórica hasta llegar a él y la comprensión de todos los elementos que lo caracterizan han quedado ocultos por el uso habitual del mismo y por no haber empleado otro de similares características pero con parámetros diferentes.

De igual manera, la fundamentación matemática de los algoritmos tradicionales escritos para cada una de las operaciones básicas es transparente para los alumnos de

magisterio ya que se posicionan únicamente como usuarios, siendo muy pocos los que de verdad conocen todas las justificaciones de dichos algoritmos. Por otra parte, solamente conocen un algoritmo escrito para cada una de las operaciones, ignorando, en la mayor parte de los casos, la existencia de otros.

Con objeto de detectar las carencias formativas de los futuros maestros de Educación Primaria, estos fueron sometidos a un cuestionario breve con preguntas relativas a sistemas de numeración, donde quedó patente que, si bien todos ellos utilizan diariamente nuestro sistema de numeración decimal posicional y otros como el romano, no son conscientes de todos los conceptos subyacentes que es necesario abordar para la construcción de nuestro sistema en el aula de Educación Primaria.

Por otra parte, se les planteó la realización de un informe sobre distintos algoritmos para realizar cada una de las cuatro operaciones aritméticas elementales, quedando constancia de que la justificación matemática de diferentes algoritmos para realizarlas era transparente para los estudiantes. Incluso desconocían la existencia de más de un algoritmo escrito definitivo para la realización de las operaciones aritméticas básicas.

Teniendo presentes estas carencias, se procedió a la reutilización de los sistemas de numeración oral y escrito fruto del PIMCD 160 de la convocatoria 2014 y a la ampliación de la parte de la App relativa a la enseñanza/aprendizaje de los sistemas de numeración oral y escrito. Dicha ampliación se centró en el establecimiento, para cada uno de los juegos, de niveles determinados por la gestión de las variables didácticas correspondientes.

Una vez ampliada la App en lo relativo a los sistemas de numeración, se procedió al diseño de la ampliación de la misma para abordar las operaciones aritméticas básicas. La primera tarea realizada fue la selección de los diferentes algoritmos que se iban a incorporar en los juegos de la App. Llevada a cabo dicha selección, se procedió al diseño de cómo implementar las actividades para que quedaran incluidos en la App los distintos algoritmos, dejando en algunos casos la posibilidad de que, ante una misma interfaz, el usuario pudiera ganar en el juego empleando diferentes algoritmos, y en otros cerrando la posibilidad al empleo de un único algoritmo. Todos los algoritmos han sido implementados empleando el nuevo sistema de numeración escrito, es decir, el sistema de numeración convencional posicional decimal escrito no aparece en ningún juego de la App. Con esta decisión se ha conseguido que los alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria hayan podido detectar empíricamente, por experiencia propia, las dificultades y errores que experimentan los alumnos del nivel educativo de Educación Primaria tanto en la construcción de nuestro sistema de numeración decimal posicional como de técnicas para realizar las cuatro operaciones aritméticas elementales. Dicha detección es más compleja llevarla a cabo si todo el análisis lo realizan con el sistema decimal convencional, ya que tanto este como los conocimientos necesarios para operar están totalmente integrados en el funcionamiento habitual de los individuos.

Una vez finalizado el análisis de requisitos, se llevó a cabo la implementación de la App para dispositivos móviles. Esta incluye la ampliación de las actividades que abordan la construcción del sistema oral, la sintaxis del sistema escrito y la semántica del mismo, todos ellos aspectos a abordar en la enseñanza-aprendizaje de nuestro sistema de numeración decimal. Además, la implementación incluye actividades para la realización de las operaciones aritméticas básicas en el sistema de numeración escrito diseñado para el proyecto. Además, fue implementada en tres idiomas (español, francés e inglés).

Ya desarrollada, la App fue explotada por unos 100 alumnos del Grado de Maestro en Educación Primaria, a los que se les pidió un informe abordando las diferencias y semejanzas de nuestro sistema de numeración decimal, en sus vertientes oral y escrita, con los sistemas diseñados para la App. Asimismo, en dicho informe debían analizar el funcionamiento de la App y su posible explotación didáctica con alumnos de Educación Primaria si fuera adaptada al sistema de numeración decimal. Además, se les solicitó la entrega de un segundo informe analizando los diferentes algoritmos implementados en la App y los requisitos necesarios para poder realizar cada uno de ellos.

Finalmente, se han analizado los informes entregados y se ha observado cómo los estudiantes han constatado las dificultades asociadas al sistema de numeración decimal, cómo han detectado el potencial de las diferentes actividades para llevarlas a cabo en Educación Primaria y cómo han resaltado los conocimientos que hay que construir para poder resolver con éxito cada una de las actividades de la App.